

Quick Search

Advanced Search

Number Search

Last Results list

My patents list

Classification Search

Get assistance

Quick Help

- Why are some tabs dashed for certain documents?
- Why does a list of documents with the heading "Also published as" sometimes appear, and what are these documents?
- What does A1, A2, A3 and B stand for after an EP publication number in the "Also published as" list?
- What is a cited document?
- Why do I sometimes find the abstract of a corresponding document?
- Why isn't the abstract available for XP documents?
- What is a mosaic?

Fuel assembly employed in pressurised water nuclear reactors

Publication number: FR2582137

Publication date: 1986-11-21

Inventor:

BALOH FRANCK JOSEPH; SPARROW JAMES ALAN

Applicant:

WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP (US)

Classification:

- International:

G21C3/12; G21C3/32; G21C3/02; G21C3/32; (IPC1-7): G21C3/32

- european:

G21C3/12; G21C3/32

Application number: FR19860001517 19860204

Priority number(s): US19850698335 19850205

View INPADOC patent family

Abstract of FR2582137

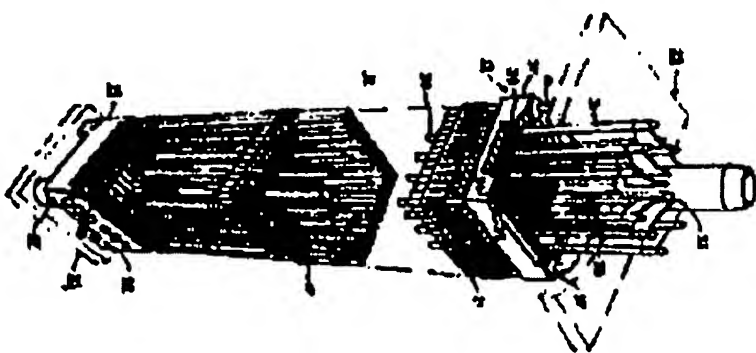
This fuel assembly 11 comprises stop buffers 39 on its upper nozzle 13 and shock absorbers 47 under its bottom nozzle 15, each of these absorbers consisting of two telescopic members one of which is connected to the lower nozzle while the other is thrust by a spring in the direction opposite to this lower nozzle with a sufficient force to maintain the minimum required load on the lower support plate 25 of the core. Conventional springs for holding down fuel assemblies are eliminated. Applications: especially to fuel assemblies employed in pressurised water nuclear reactors.

Also published as:

JP61182592 (A)

Report a data error here

BEST AVAILABLE COPY



(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 582 137

(21) N° d'enregistrement national :

86 01517

(51) Int Cl^a : G 21 C 3/32.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 4 février 1986.

(30) Priorité : US, 5 février 1985, n° 698.335.

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 47 du 21 novembre 1986.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : Société dite : WESTINGHOUSE ELEC-
TRIC CORPORATION. — US.

(72) Inventeur(s) : Franck Joseph Baloh et James Alan Spar-
row.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Bureau D. A. Casalonga, office Josse et
Petit.

(54) Assemblage combustible utilisé dans les réacteurs nucléaires à eau sous pression.

(57) Cet assemblage combustible 11 comporte des tampons 39 de butée sur son embout supérieur 13 et des amortisseurs 47 sous son embout inférieur 15, chacun de ces amortisseurs étant constitué de deux éléments télescopiques dont l'un est relié à l'embout inférieur tandis que l'autre est poussé par un ressort dans le sens opposé à cet embout inférieur avec une force suffisante pour maintenir la charge minimum requise sur la plaque 25 de support inférieure du cœur. Les ressorts classiques de maintien des assemblages combustibles sont supprimés.

Applications : notamment aux assemblages combustibles utilisés dans les réacteurs nucléaires à eau sous pression.



FR 2 582 137 - A1

La présente invention se rapporte en général aux réacteurs nucléaires et elle concerne plus particulièrement un assemblage combustible destiné aux réacteurs nucléaires.

Comme il est bien connu de l'homme de l'art, un assemblage combustible nucléaire comprend généralement un squelette formé de grilles espacées les unes des autres longitudinalement à l'assemblage combustible et constituées chacune de lames assemblées en un emboîtement à claie-voie de manière à former à travers la grille des cellules ouvertes aux extrémités, plusieurs tubes-guides traversant certaines cellules des diverses grilles et fixés aux parties des lames déterminant les cellules respectives, et un embout supérieur et un embout inférieur fixés aux extrémités opposées des tubes-guides, certains au moins de ces derniers pouvant renfermer des barres de commande pendant en fonctionnement. L'assemblage combustible complet comprend également une pluralité de barres de combustible qui traversent les cellules des grilles qui ne sont pas occupées par des tubes-guides. Ces barres de combustible sont fermement maintenues dans les cellules respectives au moyen de ressorts disposés en face les uns des autres et par des creux formés sur les lames. Le coeur d'un réacteur nucléaire comprend une pluralité d'assemblages combustibles de ce genre, montés entre des plaques de support supérieure et inférieure du coeur du réacteur.

Bien qu'elle ne se limite pas nécessairement à cette application, la présente invention est particulièrement applicable aux assemblages combustibles pour réacteurs à eau sous pression et on la décrira en rapport avec cette application. Pendant le fonctionnement normal d'un réacteur à eau sous pression, l'écoulement du fluide de refroidissement à travers chaque assemblage combustible, qui peut atteindre la vitesse 15 m/sec, soumet l'assemblage combustible à une poussée effective vers le haut, d'intensité sensiblement élevée. Cette poussée provoquera le soulèvement de l'assemblage s'il n'est pas maintenu. De manière classique, on empêche le soulèvement hydraulique des assemblages combustibles à l'aide de lames de ressort relativement lourdes, montées sur l'embout supérieur et comprimées par la plaque de support

supérieure du coeur, de manière à créer une force de maintien dépassant d'une valeur spécifiée la poussée hydraulique. Ces ressorts peuvent être amenés à équilibrer une poussée pouvant atteindre 680 à 900 kg mais la charge de compression qu'ils fournissent peut varier pendant la
5 durée de vie de l'assemblage, du fait de la dilatation différentielle thermique et du grandissement produit par l'irradiation de l'assemblage combustible par rapport à la plaque supérieure du coeur et à cause du relâchement des ressorts dû à l'irradiation.

Les lames de ressort utilisées à cet effet sont coûteuses et
10 elles compliquent la structure et l'utilisation de l'embout supérieur et de l'assemblage combustible dans son ensemble. En outre, elles augmentent le nombre de pièces à assembler et, après assemblage, à maintenir pendant toute la durée de vie utile de l'assemblage combustible. De plus, comme les lames de ressort sont montées près des angles de
15 l'embout supérieur mais sont en contact avec la plaque du coeur à une certaine distance de ces angles, l'embout supérieur doit avoir une épaisseur sensible afin de pouvoir résister aux efforts élevés de flexion exercés par les ressorts, la longueur des barres de combustible qui peuvent être montées étant réduite en conséquence. En outre, et du fait que les lames de ressort soumettent la plaque supérieure du coeur
20 et les équipements internes supérieurs du réacteur à un effort de réaction dirigé vers le haut, même lorsque le fluide de refroidissement ne circule pas, comme par exemple immédiatement après le rechargement en combustible lorsque le couvercle de la cuve a été mis en place, cet effort dirigé vers le haut rend plus difficile initialement, et après
25 chaque opération de rechargement en combustible, le serrage des boulons qui fixent le couvercle sur la cuve de pression du réacteur. Enfin, l'élasticité et les dimensions des lames de ressort sont matériellement affectées par les conditions de température régnant à l'intérieur du réacteur et par l'irradiation neutronique, de sorte que l'effort vers
30 le bas appliqué par les ressorts à la plaque de support inférieure du coeur, variera au cours du fonctionnement normal du réacteur, et sera modifié également progressivement pendant la durée de vie du réacteur du fait de l'irradiation neutronique.

35 L'objet principal de la présente invention est d'éliminer ces

inconvenients propres aux dispositifs classiques et, en conséquence, la présente invention réside en général dans un assemblage combustible qui, au lieu d'être maintenu par de lourdes lames de ressort, a la possibilité, au moment de l'écoulement initial du fluide de refroidissement, de se déplacer vers le haut ou de flotter de manière contrôlée jusqu'à ce qu'il vienne en contact avec la plaque de support supérieure du coeur contre laquelle il restera maintenu par l'écoulement du fluide de refroidissement vers le haut, aussi longtemps que cet écoulement se poursuivra. L'importance du déplacement vertical de l'assemblage combustible correspondra à la hauteur libre maximum nécessaire entre les plaques de support du coeur et l'assemblage combustible pour permettre le grandissement axial de ce dernier, du fait de la dilatation thermique et de l'irradiation. Cette hauteur libre maximum peut être de l'ordre de 3 à 5 cm, par exemple, selon la longueur totale de l'assemblage combustible.

Plus précisément, la présente invention réside dans une assemblage combustible destiné à un réacteur nucléaire dont les plaques de support supérieure et inférieure du coeur sont espacées de telle sorte que l'assemblage combustible est monté entre ces plaques avec un espace libre vertical suffisant pour permettre son grandissement longitudinal, ce réacteur étant prévu pour que le fluide de refroidissement sous pression s'écoule à travers le réacteur, de la plaque de support inférieure du coeur vers la plaque de support supérieure, cet assemblage combustible comprenant un embout supérieur et un embout inférieur dotés chacun de moyens d'alignement qui peuvent coopérer avec des moyens complémentaires d'alignement prévus respectivement sur les plaques de support supérieure et inférieure du coeur, de manière à guider l'assemblage combustible dans son déplacement qui l'amène contre la plaque de support supérieure du coeur sous l'action d'une poussée hydraulique résultant de l'écoulement du fluide de refroidissement, et dans son déplacement dû à la gravitation vers la plaque de support inférieure lorsque l'écoulement du fluide de refroidissement diminue, l'embout supérieur comportant à sa surface des tampons de butée prévus pour entrer en contact avec la plaque de support supérieure du coeur lors du déplacement de l'assemblage combustible qui l'amène contre cette plaque, et

l'embout inférieur comportant au moins un amortisseur qui part de la surface de l'embout inférieur tournée vers la plaque de support inférieure du coeur en fonctionnement, cet amortisseur ou chacun d'eux comprenant une paire d'éléments télescopiques dont l'un est fixé à l'embout inférieur et dont l'autre est télescopiquement mobile par rapport au premier, un moyen formant ressort lui étant associé pour pousser élastiquement cet autre élément dans un sens qui l'éloigne de l'embout inférieur avec une force suffisante pour maintenir cet autre élément en contact constant et franc avec la plaque de support inférieure du coeur en fonctionnement, mais insuffisante par elle-même pour effectuer un déplacement de l'assemblage combustible vers le haut.

Tout déplacement latéral de l'assemblage combustible est empêché à tout moment par l'action conjuguée des moyens d'alignement formés sur les embouts supérieur et inférieur, et des moyens d'alignement prévus respectivement sur les plaques de support supérieure et inférieure du coeur. Dans l'exemple préféré de réalisation de la présente invention, les moyens d'alignement prévus sur les plaques de support du coeur sont des broches de guidage, tandis que les moyens d'alignement formés sur les embouts supérieur et inférieur de l'assemblage combustible sont des ouvertures ou trous destinés à recevoir les broches respectives qui peuvent y coulisser. Bien entendu, on pourrait inverser cette disposition, les broches de guidage étant fixées sur les embouts respectifs tandis que les ouvertures ou trous seraient formés dans les plaques de support respectives du coeur. Quelle que soit la disposition particulière choisie, les broches doivent être suffisamment longues pour rester en contact de coulissement avec les ouvertures de guidage sur toute l'étendue du déplacement vertical de l'assemblage combustible. Des moyens sont également associés aux embouts supérieur et inférieur pour supprimer toute vibration latérale produite par l'écoulement du fluide de refroidissement, ces moyens, dans l'exemple préféré de réalisation illustré dans la présente description, comprenant des éléments formant ressorts montés entre les broches respectives de guidage et des parties de la paroi des ouvertures ou trous respectifs de guidage qui leur sont associés.

L'embout supérieur de cet assemblage combustible ne nécessitant aucuns ressorts de maintien, est pourvu de tampons de butée montés pour constituer une interface avec la plaque de support supérieure du coeur et former au-dessus de l'embout supérieur un espace libre suffisant pour recevoir des éléments tels que des barres de commande, des barres absorbantes consommables et d'autres éléments analogues, à introduire dans les tubes-guides. Le ou les amortisseurs prévus sur la face de dessous de l'embout inférieur, maintiendront sur la plaque de support inférieure du coeur l'effort minimum requis vers le bas et contrôleront les déplacements verticaux de l'assemblage combustible, de manière à amener ce dernier à entrer en contact avec les plaques de support supérieure et inférieure du coeur, plutôt que de les heurter, lorsque l'assemblage combustible sera soulevé hydrauliquement par l'écoulement du fluide de refroidissement ou, respectivement, descendra par gravitation sur la plaque de support inférieure du coeur lorsque l'écoulement du fluide de refroidissement cessera. Chaque amortisseur comprend un piston partant de la face de dessous de l'embout inférieur et présentant un alésage axial formé à partir de sa face d'extrémité inférieure, et un cylindre sensiblement en forme de cuvette télescopable sur le piston depuis son extrémité libre ou inférieure, l'amortisseur contenant également un ressort de compression qui est logé dans l'alésage axial du piston et s'appuie contre le chapeau d'extrémité du cylindre en forme de cuvette. Grâce à ce montage, tout soulèvement de l'assemblage combustible provoquera l'allongement de l'amortisseur soumis à l'action de son ressort et, de ce fait, maintiendra sur la plaque de support inférieure du coeur l'effort minimum requis vers le bas ; au fur et à mesure de son allongement, l'amortisseur créera également un vide intérieur provoquant l'aspiration du fluide de refroidissement du réacteur dans l'amortisseur tout en ralentissant, en même temps, le soulèvement de l'assemblage combustible provoqué par l'écoulement, vers le haut, du fluide de refroidissement du réacteur. Le soulèvement de l'assemblage combustible est donc un déplacement contrôlé, c'est-à-dire qu'il est contrôlé de manière à empêcher l'assemblage combustible de heurter la plaque de support supérieure du coeur. Par la suite, si les forces de soulèvement hydraulique agissant sur l'assemblage combustible sont supprimées du fait de la diminution ou de la cessation de l'écou-

lement du fluide de refroidissement, l'assemblage combustible aura tendance à descendre sous son propre poids et, de ce fait, obligera le fluide de refroidissement, qui aura été initialement aspiré dans l'amortisseur, à s'échapper de ce dernier à une vitesse qui peut être
5 facilement déterminée par le constructeur et, en tout cas, cette vitesse sera telle qu'elle produira une descente contrôlée de l'assemblage combustible plutôt qu'un choc sur la plaque de support inférieure du coeur.

Il est clair, d'après ce qui précède, que la présente invention
10 supprime la nécessité de ressorts de maintien, la seule force élastique nécessaire est celle qui est requise pour assurer un support franc de l'assemblage combustible sur la plaque de support inférieure du coeur, cette force élastique étant fournie par un ressort interposé entre le cylindre et le piston de l'amortisseur, et juste suffisamment fort pour
15 maintenir sur la plaque de support inférieure l'effort minimum nécessaire vers le bas. De manière caractéristique, l'effort fourni par ce ressort peut être compris entre 20 kg et 45 kg.

La limitation du déplacement vertical maximum de l'assemblage combustible assurera que les grilles de structure d'assemblages combustibles contigus ne présentent pas d'incompatibilités de hauteur telles
20 qu'elles pourraient provoquer un arc-boutement dans les angles de grilles ; ceci est très important à mi-hauteur de l'assemblage, un tel arc-boutement étant empêché au voisinage des extrémités supérieure et inférieure de l'assemblage par les moyens d'alignement. La limitation
25 de la mobilité verticale de l'assemblage combustible pendant son utilisation ne donne lieu à aucune inquiétude en ce qui concerne des effets de réactivité - puissance provenant de déplacements involontaires. Tout d'abord, le soulèvement initial prévu des assemblages combustibles dans le coeur se produira à puissance nulle, toutes les barres de commande
30 étant introduites. Néanmoins, même si certains des assemblages ne se soulèvent pas dès le début mais par la suite, alors que le réacteur est en puissance, ceci aura pour effet de réduire la réactivité car le combustible sera plus près des barres de commande installées puisque, du fait du soulèvement des assemblages combustibles, une plus grande
35 longueur des barres de contrôle sera introduite. L'abaissement des assemblages combustibles lorsque l'écoulement du fluide de refroidisse-

ment sera réduit, ne posera pas plus de problèmes de fonctionnement dans la mesure où l'augmentation maximum de réactivité résultant d'un abaissement de tous les assemblages, est faible (inférieure à 20 p.c.m. ou 2 % de la puissance). En outre, le ou les amortisseurs montés entre
5 l'embout inférieur de chaque assemblage combustible et la plaque de support inférieure du coeur, assureront qu'une telle augmentation de réactivité, ou introduction, se produira très lentement et sera bien dans les limites de capacité de réponse du système de protection du réacteur. De plus, l'abaissement des assemblages combustibles se pro-
10 duira normalement lorsque les pompes à fluide de refroidissement seront arrêtées, c'est-à-dire après que le réacteur sera sous-critique.

En résumé, la présente invention offre les avantages suivants :

1. Elle supprime la nécessité de ressorts de maintien et de
15 leurs mécanismes de fixation, simplifiant ainsi la construction de l'embout supérieur et réduisant la hauteur de ce dernier.

2. Du fait de la hauteur plus faible de l'embout supérieur, la longueur des barres de combustible peut être augmentée en conséquence sans augmentation de la longueur totale de l'assemblage combustible, ce
20 qui réduira à leur tour les vitesses linéaires de chauffage et les facteurs de puissance de crête.

3. Puisqu'il n'y a pas de ressorts de maintien, il n'y a pas d'efforts appliqués vers le haut sur les équipements internes supérieurs du coeur lorsqu'aucun fluide de refroidissement ne s'écoule, comme
25 par exemple pendant le rechargement en combustible, ce qui facilite énormément le serrage des boulons utilisés pour fixer le couvercle sur le corps de la cuve de pression.

4. Un effort constant préréglé, dirigé vers le bas comme l'exigent les spécifications de construction, est appliqué à la plaque
30 de support inférieure du coeur dans toutes les conditions de fonctionnement.

5. Puisque les ressorts des amortisseurs sont dimensionnés pour créer des forces beaucoup plus faibles que les ressorts de maintien (par exemple 22 à 45 kg comparativement à 227 kg), leur sensibilité au
35 rayonnement est de loin moins critique.

On notera également que, en l'absence de tout ressort de maintien, la charge sur la plaque de support supérieure du coeur ne peut pas dépasser les poussées hydrauliques sur les assemblages combustibles, augmentées des forces de réaction relativement faibles des ressorts d'amortisseurs. Les exigences de maintien des équipements internes inférieurs du coeur peuvent être satisfaites facilement par le choix d'une constante d'élasticité des ressorts d'amortisseurs de manière à créer, par assemblage combustible, un effort suffisant dirigé vers le bas.

La présente invention sera bien comprise à la lecture de la description suivante faite en relation avec les dessins ci-joints, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective isométrique d'un assemblage combustible nucléaire représentant un exemple de réalisation de la présente invention et montrant les relations entre l'assemblage et les plaques de support supérieure et inférieure du coeur ;

- la figure 2 est une vue partielle, à plus grande échelle, en perspective isométrique, de l'embout inférieur de l'assemblage combustible ;

- la figure 3 est une vue en coupe transversale suivant le plan de coupe III-III de la figure 2 ;

- la figure 4 est une vue en coupe longitudinale suivant le plan de coupe IV-IV de la figure 3 ; et

- la figure 5 est une vue partielle en coupe longitudinale suivant le plan de coupe V-V de la figure 2.

Le dispositif représenté sur les dessins fait partie d'un réacteur nucléaire comprenant des assemblages combustibles nucléaires tels que l'assemblage combustible 11. Ce dernier comprend un squelette formé d'un embout supérieur 13, d'un embout inférieur 15 et d'une pluralité de grilles espacées 17 constituées chacune de lames assemblées en un emboîtement à claire-voie de manière à former des cellules 19 ouvertes aux extrémités. Les embouts 13 et 15 et les grilles 17 constituent ensemble un corps rigide consolidé par des tubes-guides 20 qui sont reliés aux embouts et aux grilles. Des barres 21 de combustible, traversant des cellules alignées des diverses grilles 17, sont solidement

supportées latéralement et sont maintenues longitudinalement par friction à l'aide de ressorts (non représentés) et de creux (non représentés) formés sur les parties de lames qui déterminent les cellules respectives, comme il est bien connu de l'homme de l'art.

5 L'assemblage combustible 11 est intercalé entre une plaque 23 de support supérieure du coeur et une plaque 25 de support inférieure du coeur, ces deux plaques étant reliées à l'enveloppe (non représentée) du coeur du réacteur nucléaire.

10 L'embout supérieur 13 a généralement, en coupe transversale, une forme rectangulaire et il comprend une plaque à travers laquelle sont percés des trous 29 pour le passage du fluide de refroidissement et des barres 31 de commande suspendues à une araignée 33. L'embout supérieur 13 présente également, dans ses angles disposés en diagonale, des parties surélevées 35 et 37 avec des tampons 39 de butée, deux de
15 ces parties surélevées disposées en diagonale étant pourvues de trous ou perçages pour recevoir, de manière à ce qu'elles puissent coulisser, des broches 41 d'alignement partant de la plaque de support supérieure 23 du coeur, ces broches 41 d'alignement étant suffisamment longues pour rester engagées dans les trous ou perçages respectifs de guidage
20 sur toute la longueur du déplacement vertical prévu de l'assemblage combustible 11.

La plaque de l'embout supérieur peut être relativement mince et les parties surélevées 35, 37 ont une faible hauteur, comparativement aux parties correspondantes d'embouts supérieurs classiques, puisqu'il
25 n'y a pas de ressorts de maintien. Les barres de combustible peuvent donc être plus longues que celles qui sont appropriées à une utilisation dans des assemblages classiques.

L'embout inférieur 15 (figure 2) comprend une plaque supérieure 43 rectangulaire dans son ensemble et percée de trous 45 pour le passage du fluide de refroidissement à travers la plaque, et des paires de
30 pieds 47 et 49 respectivement disposés en diagonale et qui se prolongent vers le bas à partir de la plaque supérieure 43. Chacun des pieds 47 est un amortisseur comprenant un cylindre 51 en forme de cuvette (voir figures 3 et 4), un piston 53 en forme de cuvette renversée, disposé dans le cylindre de manière à pouvoir coulisser et comportant un
35

segment 55 d'étanchéité (joint torique) encastré dans la surface extérieure de coulisement, et un ressort 57 de compression interposé entre le piston 53 et le cylindre 51 de manière à exercer sur ce dernier une force dirigée vers le bas. Dans chacun des pieds 49 est formé un perçage axial 59 (figure 5) dans lequel se prolonge une broche verticale 61 d'alignement disposée sur la plaque 25 de support inférieure du coeur. La broche 61 d'alignement et le perçage 59 forment un ajustage serré coulissant, à l'exception de l'espace suffisant prévu entre la broche et une partie de la paroi contiguë du perçage pour loger un ressort 63 de retenue afin d'amortir ou de supprimer les vibrations de l'assemblage combustible 11, produites par les forces latérales résultant des composantes transversales de l'écoulement du fluide de refroidissement. Un ressort analogue (non représenté) est interposé, de préférence, entre chacune des broches 41 de la plaque de support supérieure du coeur et une partie de la paroi du perçage correspondant d'alignement, formé dans la partie surélevée associée 37 de l'embout supérieur 13.

En fonctionnement, et lorsque les pompes (non représentées) à fluide de refroidissement sont à l'arrêt, l'assemblage combustible 11 se trouve dans la position représentée à la figure 1 dans laquelle, du fait de son poids, les pistons 53 (figure 2) sont amenés au fond de leurs cylindres associés 51 et l'embout supérieur 13 est espacé de la plaque 23 de support supérieure du coeur (les broches 41 d'alignement restant cependant toujours engagées dans les perçages respectifs d'alignement formés dans l'embout supérieur). Lorsque les pompes à fluide de refroidissement seront mises en marche, elles refouleront le fluide de refroidissement vers le haut, à travers l'embout inférieur 15, l'intérieur de l'assemblage combustible 11 et l'embout supérieur 13, provoquant de ce fait un soulèvement hydraulique de l'assemblage combustible 11 jusqu'à ce que ses tampons 39 de butée viennent en contact avec la face inférieure de la plaque 23 de support supérieure du coeur. Au fur et à mesure que l'assemblage combustible 11 se déplacera vers le haut comme on vient de le décrire, les ressorts 57 des amortisseurs pousseront les cylindres 51 des amortisseurs vers le bas, de manière à maintenir les amortisseurs 47 fermement appuyés contre la plaque 25 de support inférieure du coeur, chaque ressort 57 étant dimensionné pour

exercer une pression juste suffisante pour cela, et ce déplacement relatif entre le piston 53 et le cylindre 51 des amortisseurs provoquera l'aspiration du fluide de refroidissement dans chaque amortisseur 47 à une vitesse déterminée par la configuration du segment 55 d'étanchéité ou de son ajustage dans le cylindre 51 et, bien entendu, de la différence de pression de part et d'autre. Si, par la suite, l'écoulement du fluide de refroidissement diminue ou s'arrête, le poids de l'assemblage combustible obligera les pistons 53 des amortisseurs à pénétrer plus profondément dans les cylindres 51 des amortisseurs, refoulant à l'extérieur le fluide de refroidissement qui s'y trouve, à la vitesse désirée qui déterminera la vitesse de descente par gravitation de l'assemblage combustible vers la plaque de support inférieure du coeur.

La présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits, elle est au contraire susceptible de variantes et de modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art.

REVENDICATIONS

1. Assemblage combustible destiné à un réacteur nucléaire comportant des plaques de support supérieure et inférieure (23, 25) du coeur, espacées l'une de l'autre de telle sorte que l'assemblage combustible (11) est monté entre ces plaques avec un espace libre vertical suffisant pour permettre son grandissement longitudinal, le réacteur étant prévu pour que le fluide de refroidissement sous pression s'écoule à travers le réacteur, de la plaque de support inférieure (25) du coeur vers la plaque de support supérieure (23) en fonctionnement, cet assemblage combustible étant caractérisé en ce qu'il comprend un embout supérieur (13) et un embout inférieur (15) dotés chacun de moyens d'alignement qui peuvent coopérer avec des moyens complémentaires (41, 61) d'alignement prévus respectivement sur les plaques de support supérieure et inférieure du coeur de manière à guider l'assemblage combustible dans son déplacement qui l'amène contre la plaque supérieure du coeur sous l'action d'une poussée hydraulique résultant de l'écoulement du fluide de refroidissement, et dans son déplacement dû à la gravitation vers la plaque de support inférieure lorsque l'écoulement du fluide de refroidissement diminue, l'embout supérieur (13) comportant à sa surface des tampons (35) de butée prévus pour entrer en contact avec la plaque de support supérieure (23) du coeur lors du déplacement de l'assemblage combustible qui l'amène contre cette plaque, et l'embout inférieur (15) comportant au moins un amortisseur (47) qui part de la surface de l'embout inférieur tournée vers la plaque de support inférieure (25) du coeur, en fonctionnement, cet amortisseur ou chacun d'eux comprenant une paire d'éléments télescopiques (51, 53) dont l'un (53) est fixé à l'embout inférieur et dont l'autre (51) est télescopiquement mobile par rapport au premier, un moyen (57) formant ressort lui étant associé pour pousser élastiquement cet autre élément (51) dans un sens qui l'éloigne de l'embout inférieur (15) avec une force suffisante pour maintenir cet autre élément (51) en contact constant et franc avec la plaque de support inférieure (25) du coeur, en fonctionnement, mais suffisante par elle-même pour effectuer un déplacement de l'assemblage combustible vers le haut.
2. Assemblage combustible suivant la revendication 1, caracté-

risé en ce que le moyen (57) formant ressort est constitué d'un ressort de compression logé dans l'amortisseur (47) et interposé entre les éléments télescopiques (51, 53) de ce dernier.

5 3. Assemblage combustible suivant l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que cet autre élément télescopique (51) est un cylindre sensiblement en forme de cuvette, et en ce que le premier élément télescopique (53) est un piston dans lequel un alésage axial est formé à partir de son extrémité inférieure, le moyen (57) formant res-

10 4. Assemblage combustible suivant l'une quelconque des revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que les éléments télescopiques (51, 53) comprennent, entre leurs périphéries respectives intérieure et extérieure, un segment (55) d'étanchéité conçu pour permettre au fluide de refroidissement du réacteur de s'infiltrer au delà de ce segment à
15 une vitesse prédéterminée lors du déplacement vertical de l'assemblage combustible.

5. Assemblage combustible suivant l'une quelconque des revendications 1, 2, 3 ou 4, caractérisé en ce que à chacun des embouts supérieur et inférieur (13, 15) est associé un moyen (63) prévu pour sup-
20 primer les vibrations latérales provoquées par l'écoulement du fluide de refroidissement.

6. Assemblage combustible suivant la revendication 5, caractérisé en ce que les moyens d'alignement et les moyens complémentaires d'alignement associés à l'embout supérieur comprennent au moins une
25 ouverture de guidage formée dans l'une, et au moins une broche (41) de guidage disposée sur l'autre, des deux pièces comprenant l'embout supérieur (13) et la plaque (23) de support supérieure du coeur, cette ouverture de guidage et cette broche de guidage étant engagées l'une dans l'autre de manière à former un ajustage serré coulissant ; et en
30 ce que le moyen (63) prévu pour supprimer les vibrations latérales comprend un élément formant ressort disposé entre la broche de guidage et une partie de la paroi contiguë de l'ouverture de guidage.

7. Assemblage combustible suivant l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que les moyens d'alignement associés à l'embout
35 inférieur (15) comprennent au moins une ouverture (59) de guidage for-

- mée dans l'une, et au moins une broche (61) disposée sur l'autre, des deux pièces comprenant l'embout inférieur (15) et la plaque (25) de support inférieure du coeur, cette broche et cette ouverture de guidage faisant partie des moyens d'alignement associés à l'embout inférieur
- 5 étant engagées l'une dans l'autre de manière à former entre elles un ajustement serré coulissant ; et en ce que le moyen (63) prévu pour supprimer les vibrations latérales comprend un élément formant ressort interposé entre la broche et une partie de la paroi contiguë de l'ouverture de guidage.

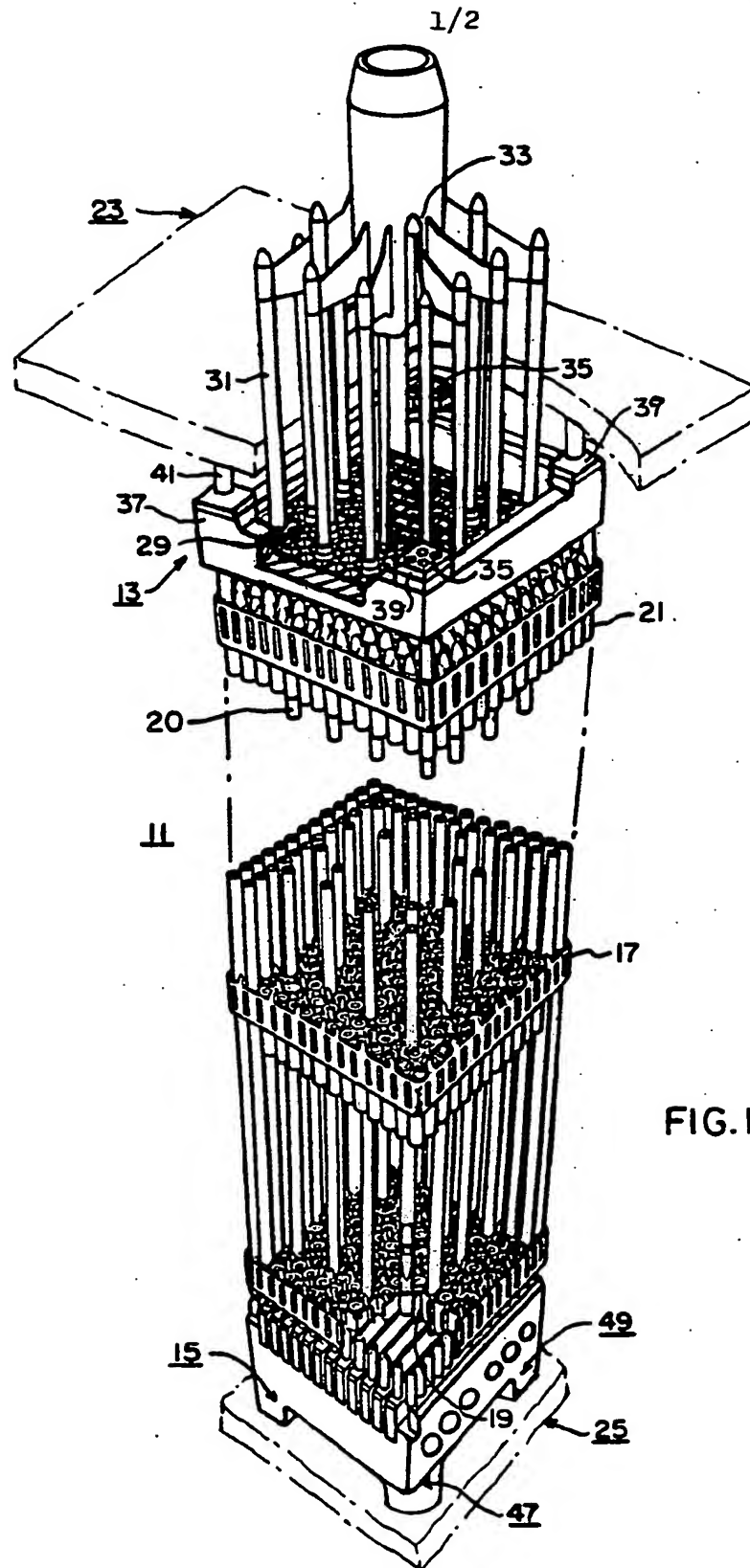


FIG. 2.

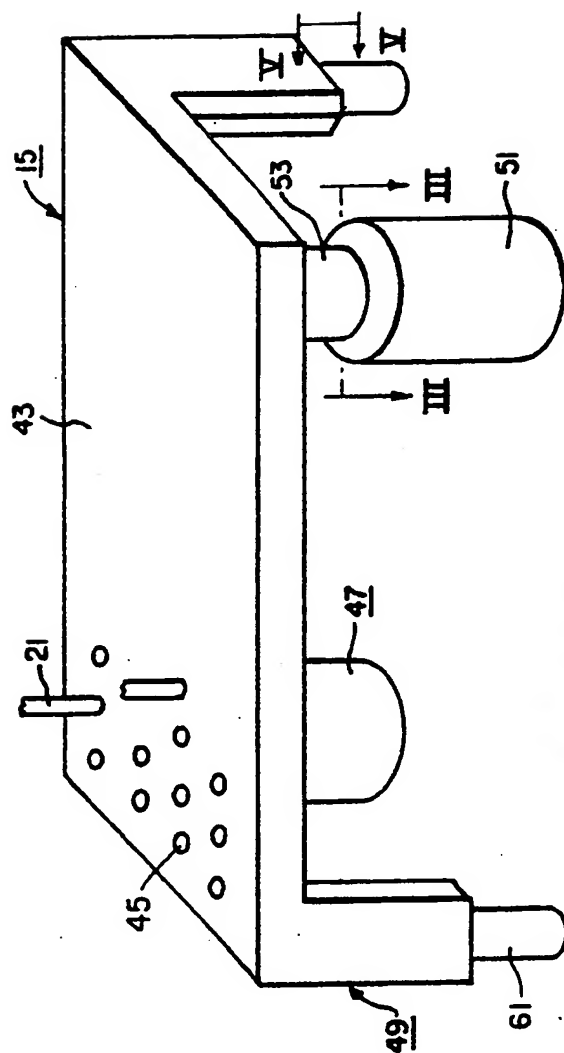


FIG. 5.

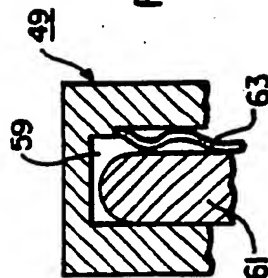


FIG. 4.

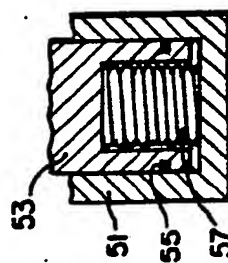
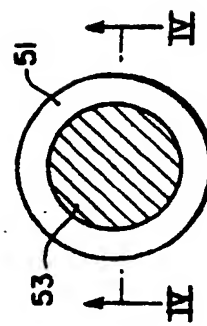


FIG. 3.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.